

## PEMODELAN REAKTOR NUKLIR MIKRO BERPENDINGIN HELIUM MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR URANIUM-THORIUM OKSIDA

Muhammad Guntur

17/413829/TK/46269

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada 20 September 2022  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

### INTISARI

Energi nuklir merupakan pilihan solusi terakhir yang digunakan untuk memenuhi target pembangkitan energi nasional karena membutuhkan investasi awal yang tinggi dan proses pembangunan yang lama. Reaktor nuklir mikro merupakan salah satu solusi akan permasalahan tersebut, dengan fitur keselamatan yang tinggi dan ukurannya yang kecil mengurangi investasi awal dan mengurangi waktu pembangunan. Reaktor nuklir mikro memiliki daya pembangkitan yang relatif rendah (1 – 20 MWt) dan ukuran yang kecil membuat lokasi penempatannya yang lebih fleksibel. Penelitian ini membahas tentang pemodelan teras RNM tipe HTGR dengan bahan bakar campuran (U,Th)O<sub>2</sub>.

Teras reaktor dimodelkan menggunakan perangkat lunak SCALE 6.1 yang kemudian digunakan untuk mencari desain awal teras reaktor yang dapat beroperasi selama minimal 10 tahun tanpa pengisian ulang bahan bakar. Variasi ketebalan reflektor, rasio uranium dalam bahan bakar dan desain sistem *shutdown* dilakukan untuk menentukan parameter neutronik meliputi  $k_{eff}$ , CR, koefisien reaktivitas dan *burnup*.

Desain awal teras reaktor yang dipilih memiliki tebal reflektor radial 58,5 cm, tebal reflektor aksial 30 cm dan rasio uranium dalam bahan bakar 31 wt%. Terdapat dua sistem *shutdown* yang terdiri dari 8 *control drum* dengan ketebalan 1 cm dan jari-jari 16 cm dan 3 *control rod* dengan jari-jari 4,5 cm yang didesain mampu melakukan *shutdown* secara independen. Parameter yang dipilih menghasilkan nilai  $k_{eff}$  1,04076 saat BOL dengan CR 0,29559 dan koefisien reaktivitas suhu bahan bakar -2,41 pcm/K. Desain akhir teras reaktor dapat beroperasi hingga 10 tahun dengan daya operasi 8 MWt dengan nilai  $k_{eff}$  1,0030 saat akhir operasi dan *burn up* sebesar 20,117 GWd/MTU.

**Kata kunci:** Reaktor nuklir mikro, HTGR, faktor multiplikasi efektif, rasio konversi, *control drum*, koefisien reaktivitas, *burnup*

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Alexander Agung, S.T., M.Sc.

Pembimbing Pendamping : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T



## CORE MODELLING OF HELIUM-COOLED NUCLEAR MICRO REACTOR WITH URANIUM-THORIUM OXIDE FUEL

Muhammad Guntur

17/413829/TK/46269

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on September 20, 2022  
in partial fulfilment of the requirement for the Degree of Bachelor of Engineering  
in Nuclear Engineering

### ABSTRACT

Nuclear energy is the last option for fulfilling national energy demand because it requires high capital cost and slow in construction time. Nuclear micro reactor is one of the solutions for that problem, with reliable inherent safety system and small size reducing capital cost and greatly reducing construction time. Nuclear micro reactor has low power output (1 – 20 MWt) and small its small size makes it has more flexible construction site. This research discusses the modelling of HTGR-type nuclear micro reactor with (U,Th)O<sub>2</sub> fuel.

The reactor core was modelled using SCALE 6.1 that used to find initial design of reactor core that can operate at least 10 years without refuelling. Variation in reflector thickness, uranium fraction on fuel and shutdown system design were conducted to find neutronic parameter including  $k_{eff}$ , CR, reactivity coefficient dan burnup.

The selected initial core design has 58.5 cm radial reflector thickness, 30 cm axial reflector thickness and 31 wt% of uranium in fuel. There are two shutdown mechanism consisting 8 control drums with 1 cm thickness and 3 control rod with 4,5 cm radius that designed to be independent of each other and able to shutdown reactor individually. The selected parameter yield results of  $k_{eff}$  1,04076 at BOL with CR 1.29559 and -2.41 pcm/K fuel reactivity coefficient. The final reactor core design is able to operates at X MWt power with least 10 years without refuelling resulting  $k_{eff}$  1,0030 at the end of operation and burnup 20,117 GWd/MTU.

**Keywords:** Nuclear micro reactor, HTGR, effective multiplication factor, conversion ratio, control drum, reactivity coefficient, burnup

Supervisor : Dr. Ir. Alexander Agung, S.T., M.Sc.

Co-supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

